

4. Ecosfera

Teoria generală a geosferelor concentrice ale Pământului a fost formulată pentru prima oară de geologul E. Suess (1875). Principalele geosfere de la suprafața globului terestru sunt: hidrosfera, litosfera, atmosfera și biosfera.

Termenul de ecosferă înglobează întreaga lume vie și mediul ei de viață: atmosfera, hidrosfera și straturile superioare ale litosferei.

Dar, din punct de vedere al ierarhiei nivelurilor de organizare ale lumii vii, apărea ca o necesitate separarea părții vii din biosferă sau din ecosferă de substratul său abiotic. De aceea, prin analogie cu biocenoza, care împreună cu biotopul ei formează un ecosistem s-a trecut la folosirea termenului de **ecosferă** în sensul de cel mai întins ecosistem de pe glob; partea vie reprezintă **biosfera**, iar mediul ei de viață **toposfera**.

4.1 Toposfera

Toposfera cuprinde întreaga hidrosferă, stratul superior al litosferei și stratul inferior al atmosferei (troposfera).

Hidrosfera este formată din învelișul de apă lichidă, solidă sau gazoasă care există pe glob.

Volumul total de apă existent în ecosferă, în afară de apa conținută în substanțele solide, se ridică la aproximativ $1370 \times 10^6 \text{ km}^3$, repartizată astfel:

- oceane	$1330 \times 10^6 \text{ km}^3$	(97,15%)
- apă dulce	$38 \times 10^6 \text{ km}^3$	(2,85%)
Apa dulce este conținută în:		
- gheața polară și de altitudine	29.336.000 km^3	77,420%
- râuri (valoare statică)	1.200 km^3	0,003%
- lacuri, din care:		
- cu apă dulce	125.000 km^3	0,328%
- cu apă sărată	105.000 km^3	0,274%
- atmosferă (vapori)	13.000 km^3	0,034%
- umiditatea solului	67.000 km^3	0,175%
- ape subterane:		
- până la 800 m adâncime	4.175.000 km^3	10,881%
- între 800-4000 m	4.176.000 km^3	10,882%

TOTAL:	38.000.000 km^3	100,000%

Între apa mărilor, oceanelor, râurilor și lacurilor, precum și apele subterane și vaporii de apă din atmosferă există o strânsă legătură, apa trecând de la o stare la alta într-un circuit continuu, condiționată de energia solară și de forțele gravitaționale.

Adâncimile predominante în oceane sunt cuprinse, pe o întindere de circa 75% din suprafața lor totală, între 3000 și 6000 m. Adâncimea medie se situează în jur de 3794 m, iar adâncimea maximă, în groapa Marianelor (oceanul Pacific), este de 11034 m.

Viața este prezentă în toată hidrosfera, aceasta fiind sediul apariției primelor ființe. Organismele care populează hidrosfera produc o mare cantitate de oxigen atmosferic (fitoplanctonul oceanic produce anual ciorca 363 milioane tone de oxigen). În același timp, hidrosfera este cel mai important mediu absorbant și emițător de căldură.

Litosfera formează învelișul solid de la exteriorul Pământului cuprins între 0 și 30 km adâncime pe continente și între 0 și 10 km sub fundul oceanelor.

Din punct de vedere morfologic, partea de la suprafața apelor ce face parte din litosferă (uscatul) este fragmentată într-o serie de blocuri care formează continentele și insulele, caracterizate în ansamblu printr-o altitudine medie de +875 m față de nivelul mărilor.

Viața în litosferă este localizată în partea de la suprafața Pământului, respectiv în sol până la câțiva metri. În bazinele acvatice subterane, animalele pot supraviețui la adâncimi și mai mari. De exemplu, în Sahara, forarea unor fântâni a dus la descoperirea la adâncimea de 100 m a unor ape subterane populate cu pești. Au fost, de asemenea, evidențiate la 2000-3000 m adâncime bacterii vii în zăcămintele petroliere.

Atmosfera terestră este o pătură gazoasă continuă care înconjoară globul pe o grosime de aproximativ 3000 km. Aerul se află concentrat în straturile inferioare ale atmosferei terestre, fiind absolut indispensabil organismelor aërobe.

Masa totală a atmosferei este de $5,2 \times 10^{19}$ t, din care 9/10 se află între 0 -16 km înălțime, deci în troposferă, pe când în stratosferă, la peste 48 km altitudine, se găsește numai o cantitate infimă din această masă.

Aerul uscat conține, alături de azot și oxigen și alte componente chimice, prezentate în tabelul 4.1.

În afară de aceste substanțe, aerul atmosferic mai conține sub formă de urme, la nivel de părți pe milion și alți compuși ca: hidrogen, peroxid de azot, ozon, SO₂, CO, amoniac, xenon etc.

Tabelul 4.1 - Compoziția chimică a aerului uscat

Compusul chimic	Compoziția, % volum	Compoziția, % greutate
Azot	70,01	75,53
Oxigen	20,95	23,19
Argon	0,93	1,28
CO ₂	0,032	0,046
Neon	$1,8 \times 10^{-3}$	$1,25 \times 10^{-3}$
Heliu	$5,24 \times 10^{-4}$	$7,24 \times 10^{-5}$
Metan	$1,4 \times 10^{-4}$	$7,75 \times 10^{-5}$
Kripton	$1,14 \times 10^{-4}$	$3,3 \times 10^{-5}$
Protoxid de azot	5×10^{-5}	$7,6 \times 10^{-5}$

Atmosfera actuală este rezultatul acțiunii continue a organismelor de-a lungul erelor geologice. În prezent există un echilibru dinamic al compuşilor săi dat de acțiunea antagonistă a ființelor autotrofe și heterotrofe precum și de diverse fenomene geochimice. Atmosfera pură, omogenă, nu există, pentru că este un permanent schimb de substanțe între organisme, hidrosferă, straturile profunde ale litosferei (vulcanism) și atmosferă.

4.2 Biosfera

Biosfera reprezintă partea vie din ecosferă, apărută mai târziu și care conține o biomasă de circa 80×10^9 t.

Productivitatea anuală totală a biosferei este de 102×10^9 t la nivel continental și de 42×10^9 t la nivel oceanic, deci un total de 144×10^9 t materie organică.

Biosfera se caracterizează printr-o mare diversitate a organismelor și o evaluare a principalelor categorii de organisme ce o alcătuiesc este prezentată în tabelul 4.2.

Se remarcă numărul mare al angiospermelor în regnul vegetal și al artropodelor în regnul animal. Între cele două regnuri s-a stabilit o vastă rețea de interacțiuni și conexiuni având drept rezultat o circulație continuă a materiei și a fluxului energetic de-a lungul lanțurilor și nivelurilor trofice.

Tabelul 4.2 - Principalele categorii de organisme prezente în biosferă

Categoriile (încrengături)	Număr (aproximativ)
REGNUL VEGETAL	
- Talofite	110.000
- Mușchi	29.000
- Pteridofite	10.000
- Gimnosperme	1.000
- Angiosperme	150.000
Total (plante)	300.000
REGNUL ANIMAL	
- Protozoare	160.000
- Spongieri	5.000
- Celenterate	10.000
- Viermi	15.000
- Moluște	120.000
- Artropode	1.000.000
- Echinoderme	5.000
- Cordate	70.000
Total (animale)	1.385.000

Prezența animalelor și a omului pe planeta noastră a fost posibilă datorită plantelor verzi autotrofe (fotosintetizante). Suprafața Pământului, așa cum este ea în prezent a fost supusă unui proces neîntrerupt de “biologizare”, proces în care toți atomii principalelor elemente care alcătuiesc materia vie au trecut de mai multe ori prin corpul organismelor de-a lungul multiplelor cicluri biogeochimice.

Existența vieții nu este însă la fel de propice pe întreg globul terestru. Se întâlnesc teritorii cum sunt calotele polare, zonele montane de mare altitudine, craterele vulcanilor activi, apele cu un conținut foarte ridicat în săruri (M. Moartă) sau în hidrogen sulfurat (în M. Neagră sub 200 m adâncime) unde nici o plantă sau un animal nu se dezvoltă, cu excepția unor spori de bacterii și de ciuperci. Astfel de zone marginale potrivnice vieții sau parabiosferice apar însă numai în mod izolat în cuprinsul ecosferei.

Biosfera în totalitatea sa apare ca o peliculă subțire, superficială în comparație cu volumul enorm al globului terestru. În același timp, acest strat viu a cărui distribuție pe verticală nu trece cu mult de câțiva kilometri, reprezintă o entitate de o complexitate considerabilă.

Partea vie din ecosferă se caracterizează printr-o intensă circulație de substanță, energie și informație, căreia radiațiile solare îi conferă însușiri calitative inexistente în materia inertă. De aceea se poate spune că biosfera este o realizare terestră, dar în același timp și cosmică, proprietățile substanței și energiei fiind activate de radiațiile cosmice.

4.3 Circuitul global al materiei

4.3.1 Etapele principale ale evoluției circuitului materiei

Circuitul substanțelor prin corpul organismelor care alcătuiesc biosfera se datorează acțiunii conjugate a trei categorii de factori importanți: abiotici, biotici și antropici.

Aceste trei categorii de factori, care astăzi coexistă și acționează simultan și care sunt în permanentă interacțiune, au apărut pe Pământ în mod succesiv. De aceea, putem vorbi de o perioadă **abiogenă** a existenței Pământului, înainte de apariția vieții, perioadă în care circuitul materiei era un circuit geochimic, determinat numai de factori abiotici.

A urmat a doua etapă - **biogenă** - în care s-au format circuitele biogeochimice, și a treia etapă, cea **antropogenă**, care începe odată cu apariția omului, care va aduce importante schimbări în desfășurarea circulației și evoluției materiei pe Pământ.

Circuitul materiei nu trebuie înțeles numai ca o simplă deplasare, în cerc, a substanțelor, cu revenire de fiecare dată la punctul inițial, ci ca un proces ce se produce într-o spirală foarte strânsă de transformare și evoluție a materiei.

Etapă abiogenă a început odată cu evoluția geologică a Pământului, adică acum 4,6 miliarde de ani.

Astăzi, se admite că sistemul solar a luat naștere dintr-un imens nor de materie interstelară format din gaze și pulberi cosmice. Datorită mișcării de rotație, norul a căpătat o formă discoidală.

În alcătuirea acestui nor intrau: hidrogen - peste 60% masă heliu - aproximativ 30% masă, carbon, azot, oxigen - circa 1-2% masă, o serie de elemente grele sub 1% masă și cantități mici de gaze nobile, NH₃, CH₄, S, Si, Mg, Fe, vapori de apă etc.

Deoarece temperatura și gravitația scădeau de la Soare spre periferia norului, proporția și rolul elementelor chimice și al compușilor erau diferite și deci fiecare planetă, în funcție de distanța față de Soare, a evoluat pe o cale proprie.

Pământul, ca și alte planete care s-au format în zona centrală a norului, conțineau elemente și compuși cu punctul de fuzionare ridicat (S, Si, Mg, Fe etc.), în timp ce elementele ușoare, gazoase se îndepărtau spre periferia norului.

În aceste condiții apare Pământul cu cele trei zone principale: scoarța, mantaua (magma topită) și nucleul central din elemente foarte grele (Ni, Fe). În această etapă trebuie subliniate două momente esențiale: formarea atmosferei și a hidrosferei.

Se admite că atmosfera primitivă a Pământului s-a format prin degazeificarea magmei în procesul de răcire și cristalizare.

Atmosfera, astfel formată se pare că avea compoziția foarte asemănătoare cu a gazelor vulcanice actuale. În compoziția acestor gaze,

vaporii de apă reprezentau 90%, iar restul de 10% avea următoarea compoziție (% volum):

CO ₂	66,7
CO	2,0
CH ₄	0,17
H ₂	9,3
SO ₂	7,8
H ₂ S	3,8
HCl	7,5
HF	0,9
N ₂	1,8

Atmosfera primitivă nu a rămas multă vreme sub această formă, unii componenți, mai ales gazele acide (SO₂, HCl, HF, H₂S) au ieșit treptat din atmosferă combinându-se cu diferiți compuși minerali din scoarța terestră. Astfel, în atmosferă, pe lângă vaporii de apă se acumulează și restul de gaze: CO, CO₂, N₂, NH₃, care luau naștere în urma descărcărilor electrice.

Formarea hidrosferei a devenit posibilă atunci când temperatura Pământului a scăzut sub 100°C. Cantitatea de apă din oceane era foarte mică, având o puternică reacție acidă. În acea perioadă se pare că nu exista oxigen liber. Mai multe argumente vin să sprijine această ipoteză. Unul din acestea este faptul că în perioada prebiologică, în rocile sedimentare existau minerale incomplet oxidate, ca oxizii de uraniu (UO₂) care nu sunt stabili în prezența oxigenului liber. Alt argument se referă la faptul că experiențele cu privire la sinteza biogenă nu reușesc în prezența oxigenului liber. Totodată, datorită lipsei ecranului de ozon din acea perioadă, radiațiile ultraviolete erau cele ce produceau fotoliza apei, în urma căreia lua naștere oxigenul liber.

Cercetările au arătat că prin fotoliză se poate forma o cantitate limitată de oxigen liber deoarece vaporii de apă de la altitudinea de circa 10 km îngheață și nu se ridică mai sus, în timp ce oxigenul eliberat în procesul de fotoliză se ridică deasupra lor adsorbind razele ultraviolete. În felul acesta oxigenul liber ecranează radiațiile ultraviolete ducând la diminuarea și oprirea procesului de fotosinteză. Calculele au arătat că pe această cale se putea forma circa 1/1000 din cantitatea actuală a oxigenului din atmosferă.

Cele arătate indică modul aproximativ de realizare a circuitului geochimic al materiei în stadiile primare de evoluție a vieții pe planeta noastră.

Energiile prin care se punea în mișcare materia erau: energia solară, descărcările electrice din atmosferă, energia geotermică, energia mareică și forța gravitațională. Dintre aceste forme, energia solară a avut rolul decisiv în circulația materiei.

Din cauza încălzirii diferențiate între uscat și apă, a diferenței de presiune și a circulației atmosferice, mari cantități de apă se deplasau dintr-un loc în altul determinând scurgerea și apoi formarea rețelei hidrografice.

Prin formarea râurilor și fluviilor, mari cantități de substanțe de pe uscat erau erodate și transportate în mări și oceane.

Descărcările electrice au contribuit la formarea amoniacului, ce a fost apoi antrenat în apele marine.

În etapa abiogenă circuitul hidrologic s-a realizat în condiții speciale: lipsa solului și a covorului ierbos fapt ce a condus la fenomene de eroziune accentuată. Acest circuit hidrologic acționa asupra substratului solid al continentelor prin dezagregarea rocilor eruptive și apoi prin dizolvarea elementelor din rocile sedimentare.

Dezagregarea rocilor eruptive a condus la fărâmițarea și antrenarea lor în rețeaua hidrologică, unde alături de particule de nisip se găseau și numeroase elemente componente (Mg, K, Ca, Al, P). Prin dizolvarea rocilor sedimentare erau antrenate în apele oceanelor și alte elemente și compuși minerali ce conțin clor, brom, iod, sulf, sodiu etc. La aceste elemente trebuie adăugate numeroase microelemente care puteau juca rol de catalizatori ai diverselor reacții chimice (As, Cu, Zn etc.).

Salinitatea oceanului primar s-a transformat treptat dar continuu, încât aciditatea inițială a fost neutralizată de apele cu predominanță alcalină ale rețelei hidrografice continentale. Astfel, în apele oceanice, substanțele anorganice au avut o contribuție favorabilă la apariția materiei vii. Această etapă abiogenă a circuitului materiei a durat aproximativ un miliard de ani.

Etapă biogenă a început odată cu apariția vieții, acum circa 3,5 miliarde de ani.

O primă caracteristică a vieții o reprezintă metabolismul caracterizat prin schimbul permanent de substanță și energie dintre organisme și mediu, marcând astfel apariția ciclurilor biogeochimice ale materiei. Apariția etapei biogene nu o anihilează pe cea abiogenă, ci se suprapune peste aceasta intercondiționându-se reciproc.

Până la această etapă, energia solară era în mare măsură (circa 50%) cheltuită pentru deplasarea și dislocarea materialelor și numai o mică parte pentru evoluția materiei.

Apariția vieții a dus treptat la stocarea energiei, mai ales după apariția organismelor fotosintetizante.

Organismele absorb substanțele în mod selectiv și în proporțiile de care au nevoie pentru creșterea și dezvoltarea lor. Datorită acestei caracteristici, în etapa biogenă, s-a schimbat rata de circulație la diverse substanțe abiogene.

Primele organisme aveau un mod de viață heterotrof, hrănindu-se cu substanțe organice apărute pe cale abiogenă.

Substanțele nutritive nu puteau fi reciclate din cauza absenței descompunătorilor. Deci, existența acestui mod de hrană avea un caracter limitat: consumul era mare, deșeurile nu erau reciclate etc.

Momentul esențial al ieșirii din acest impas a fost marcat de apariția organismelor fotosintetizante acum 3,35 miliarde de ani. Acumularea oxigenului liber (rezultat din procesul de fotosinteză) în hidrosferă și în atmosferă a început abia după încă un miliard de ani.

Apariția organismelor fotosintetizante, atât în mediul marin cât și în cel terestru a reprezentat utilizarea unei surse exogene de energie (energie solară) pentru sinteza compușilor organici necesari vieții, pornind de la CO₂, apă și săruri minerale. Aceste organisme fotosintetizante au putut realiza transformarea energiei luminoase în energie biochimică.

Prin procesul de fotosinteză, atmosfera s-a îmbogățit continuu în oxigen, iar prin acțiunea conjugată a plantelor vasculare cu factorii abiotici s-a putut transforma crusta terestră și s-a format solul. Trebuie subliniat că alături de acești factori, la procesele de pedogeneză au contribuit și multe specii animale.

Această acțiune a organismelor asupra substratului mineral s-a manifestat prin dizolvarea, punerea în circulație și absorbția unui mare număr de elemente chimice răspândite în aer, apă și litosferă.

Toate aceste transformări de natură biogeochimică continuă și în prezent. Datorită acestor procese, cantități considerabile de substanțe organice au fost elaborate de organismele autotrofe în cursul erelor geologice. O parte din aceste substanțe nu au mai fost reciclate, ceea ce a dus la depozitarea lor în sedimente marine și continentale. Așa au apărut combustibilii fosili (huila, lignitul, petrolul etc.), depozitele de calcare biogene etc.

Intre cei trei factori - abiogeni, biogeni și umani - care influențează circuitele materiale din ecosferă există o strânsă interdependență; circuitele geochimice, determinate de factorii abiogeni, se completează cu circuitele biogeochimice, în care participă și factorii biologici.

Circuitele elementelor chimice și a compușilor necesari viețuitoarelor au un caracter ciclic în ecosferă. Trecerea substanțelor anorganice cum sunt elementele minerale, apa și CO₂, din mediul abiotic în organisme și apoi din nou în mediu, poartă numele de **ciclu biogeochimic**

Existența unor astfel de cicluri, conferă ecosferei o putere considerabilă de autoreglare, care asigură perenitatea sa și se manifestă printr-o rată constantă de circulație a fiecărui element prezent în mediu.

Intr-un ciclu biogeochimic se deosebesc un fond disponibil cu circulație rapidă (de pildă, azotul din sol) și un fond relativ nedisponibil cu deplasări mai lente (de pildă, azotul atmosferic).

În raport cu capacitatea substanței de a se reîntoarce în cantitate mai mare sau mai mică în circuit, deosebim două categorii de cicluri biogeochimice globale: cicluri relativ perfecte și cicluri relativ imperfecte.

Ciclurile relativ perfecte sau gazoase le întâlnim la azot, oxigen, carbon etc., în care rezervorul principal îl reprezintă atmosfera.

Ciclurile relativ imperfecte sau sedimentare se întâlnesc la fosfor, calciu, fier, sulf etc., în care rezervorul principal al elementelor îl reprezintă litosfera.

4.3.2 Circuitul azotului

Circuitul biogeochimic al azotului este relativ perfect, deoarece pe măsură ce acest element este consumat, mecanisme de feed-back readuc azotul din nou în circuit.

În ecosferă există rezerve nelimitate de azot, în special sub formă de azot molecular în atmosferă și compuși ai azotului în sol.

Formele azotului accesibile pentru plante sunt azotații. O sursă de procurare a azotaților pentru plante o constituie organismele fixatoare de azot atmosferic. De exemplu *Bacterium radicola* fixează până la 280 kg azot/ha/an.

În procesul de fixare a azotului participă și unele metale tranzitionale, printre care mai frecvente sunt fierul și molibdenul. După ce sunt înglobați în protoplasma plantelor, azotații sunt preluați de animale și incluși în protoplasma acestora de unde o parte trec în uree, iar alta, după moartea organismelor, sub acțiunea bacteriilor se transformă în amoniac.

Altă sursă de amoniac o reprezintă descărcările electrice din atmosferă și emanațiile vulcanice; o parte din acest amoniac ajunge în corpul plantelor, iar altă parte, sub influența bacteriilor se transformă în nitriți și nitrați. Parțial, nitriții, sub acțiunea microorganismelor denitrifiante pot ajunge din nou în atmosferă sub formă de azot molecular.

În prezent, circuitul biogeochimic al azotului este modificat în parte, datorită influenței factorilor antropici dintre care cel mai important este poluarea.

Procese industriale de fixare a azotului atmosferic pentru a produce îngrășăminte chimice constituie, de asemenea, o altă cauză de perturbare a circuitului biogeochimic al azotului.

4.3.3 Circuitul carbonului

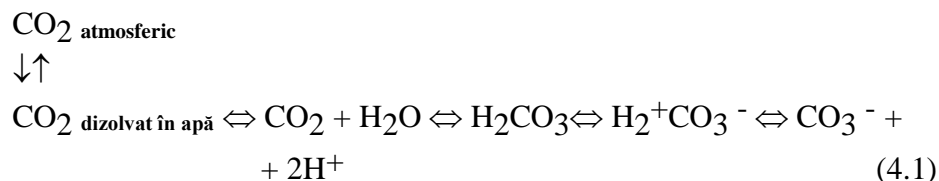
Circuitul carbonului reprezintă cel mai perfect ciclu biogeochimic, ca urmare a vitezei sale foarte mari cu care circulă în diverse medii anorganice și în interiorul biocenozelor prin intermediul rețelelor trofice.

Carbonul reprezintă elementul biogen primordial fiind prezent în natură sub formă de roci calcaroase de origine biogenă, carbonați minerali și sub formă gazoasă (CO_2), această ultimă formă reprezentând calea de circulație a carbonului anorganic în ecosferă.

Atmosfera conține dioxid de carbon în proporție de 320 ppm. Rezervorul de CO_2 din atmosferă se cifrează la 700×10^9 t, iar cel din hidrosferă la 50.000×10^9 t; fitobiomasa realizată prin sinteza anuală se estimează între: 30×10^9 t și 150×10^9 t.

La scara întregii ecosfere producția anuală de materie organică în stare uscată este apreciată la 164 milioane tone [13]. Aceasta corespunde la zeci de miliarde de tone de carbon fixat anual prin procesul de fotosinteză. Cu tot consumul mare de carbon asimilat de organisme, cantitatea sa în atmosferă a rămas relativ constantă de-a lungul timpului. Aceasta presupune că în natură mai există un alt rezervor important de CO_2 care se găsește în Oceanul Planetar.

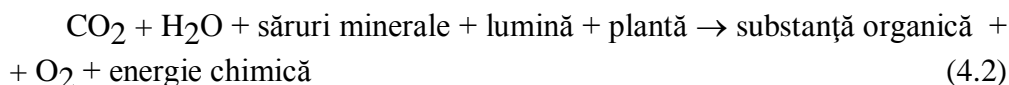
Schimbul de dioxid de carbon între atmosferă, hidrosferă și litosferă se prezintă astfel:



Acidul carbonic dizolvat în apele continentale poate intra în reacție cu rocile superficiale. Astfel, în cazul reacției carbonatului de calciu (CaCO_3) cu bioxidul de carbon (CO_2) din apă se produce carbonat acid de calciu care este transportat în ocean de apele de infiltrație, unde va fi reprecipitat sub formă de calcită și aragonit în exoscheletul sau în cochiliile a numeroase nevertebrate. Datorită acestei circulații și a reprecipitării calciului în formațiunile scheletice ale animalelor s-au format numeroase depozite de carbonați în natură.

Un fenomen care condiționează circulația carbonului în natură îl reprezintă fotosinteza.

Fotosinteza decurge după următoarea formulă:



Mai departe, o parte din substanțele organice, deci și carbonul plantelor trec în corpul animalelor ierbivore, carnivore și omnivore., căile de reîntoarcere a dioxidului de carbon în atmosferă sunt multiple, ele fiind evidențiate în figura 4.1.

În actul respirator organismele vii elimină în atmosferă dioxid de carbon rezultat din oxidările interne.

A doua cale de întoarcere a dioxidului de carbon în atmosferă o constituie descompunerea organismelor după moartea lor.

Cadavrele plantelor și animalelor sunt atacate de bacteriile și ciupercile de putrefacție. Acestea descompun toți compușii organici în substanțe mai simple, până la apă și dioxid de carbon.

Există și a treia cale, mai ocolită, dar nu mai puțin importantă. Atunci când cadavrele plantelor și animalelor ajung sub apă sau sunt îngropate sub straturi groase de pământ, în lipsa aerului, corpul lor nu este distrus de bacteriile de putrefacție, ci suferă o serie de modificări chimice, care duc la formarea de cărbuni de pământ sau de petrol. Cantități uriașe de CO_2 sunt astfel sustrate circuitului activ uneori pentru milioane de ani și chiar sute de milioane de ani.

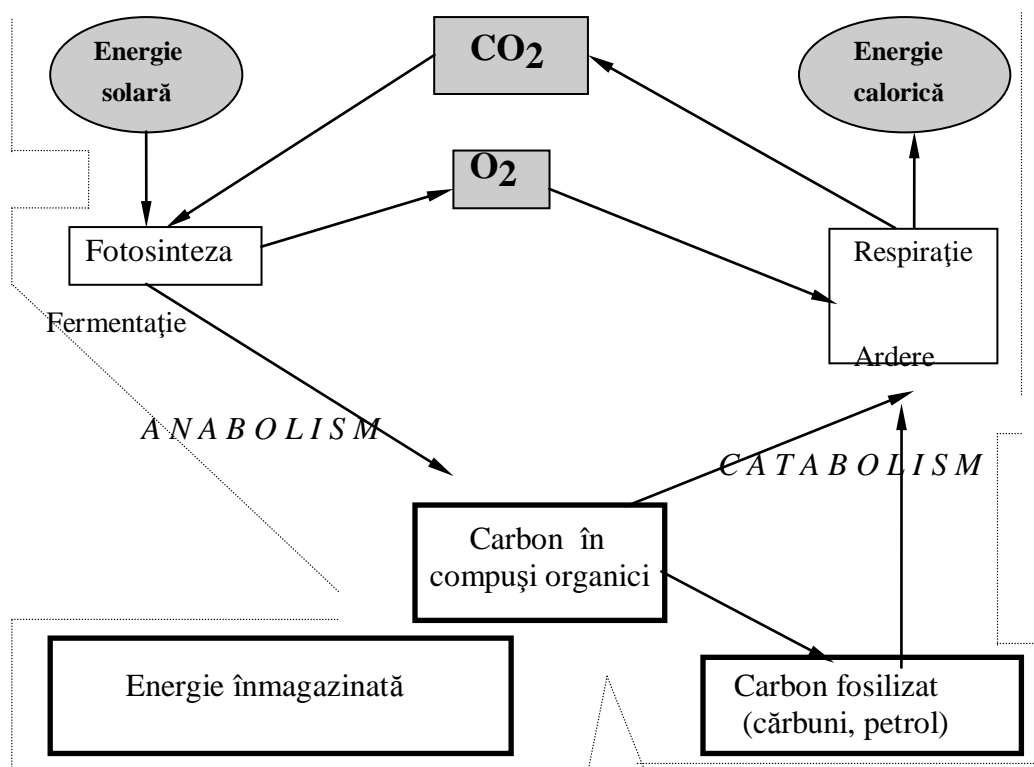


Figura 4.1 - Ciclul biogeochimic al carbonului

Din ecuația generală a fotosintezei (4.2) rezultă că împlinirea ciclului biogeochimic al carbonului este intercondiționată de desfășurarea sincronică a ciclului biogeochimic al oxigenului.

4.3.4 Circuitul oxigenului

În decursul erelor geologice compoziția atmosferei s-a modificat foarte mult, în funcție de nivelul de dezvoltare al plantelor verzi, principalul furnizor de oxigen pe planeta noastră.

În prezent, oxigenul se găsește în atmosferă în proporție de circa 21%vol.

La începutul apariției vieții, atmosfera terestră era lipsită de oxigen. Prin apariția procesului de fotosinteză realizat de primele organisme fotosintetizante (alge albastre și verzi) au început să se degaje în atmosferă cantități importante de oxigen.

Odată format, acest gaz a fost utilizat la oxidarea derivaților organici produși prin fotosinteză. Astfel, oxigenul a intrat în combinații diferite dintre care, pentru viețuitoare, mai importante sunt apa și dioxidul de carbon. Oxigenul s-a repartizat, apoi, echilibrat în atmosferă, litosferă și hidrosferă.

Oxigenul conținut în cele 1,5 miliarde de km³ de apă este utilizat în procesul de fotosinteză și apoi redat hidrosferei prin respirație și alte procese fiziologice.

Intregul circuit al oxigenului din ecosferă se petrece în circa 2,5 milioane de ani.

Ciclul biogeochimic al oxigenului este astăzi puternic afectat de către om prin activitățile sale (procesele de combustie industriale, de transport, explozii nucleare, impurificări ale apelor din mări și din oceane cu pesticide etc.), ceea ce poate duce la diminuarea fotosintezei și implicit la reducerea cantității de oxigen de pe Terra. De asemenea, deversarea D.D.T.-ului în mări și oceane are drept consecință reducerea fotosintezei fitoplanctonului, care genera cantități importante de oxigen.

4.3.5 Circuitul fosforului

Fosforul este un element chimic care intră în alcătuirea unor importante substanțe organice din corpul plantelor și al animalelor.

Circuitul biogeochimic al fosforului este imperfect (sedimentar), deoarece o parte din acest element este depozitat mai ales în sedimentele marine.

Rezervorul principal al fosforului în natură îl constituie diferite roci, care cedează ecosferei puțin câte puțin din fosfații conținuți. Prin spălarea rocilor fosfatice de către apele de scurgere, o cantitate importantă de fosfați este antrenată în mări. Plantele iau fosforul din sol prin absorbție radiculară, sub formă de fosfați, împreună cu apa și sărurile minerale. Odată cu moartea organismelor, compușii fosforului ajung din nou în sol, se depun ca fosfați minerali și rămân ca atare pînă ce sunt din nou utilizați de organisme vii.

O mare cantitate de fosfor se adună pe fundul mărilor prin depunerea scheletelor animalelor, intrând astfel în alcătuirea unor roci sedimentare. Fosforitele întâlnite în rocile sedimentare sunt foarte bogate în fosfor și constituie una din sursele principale de fosfor mineral în natură. Fosforul organic din apele marine este folosit de plante în sinteza compușilor organici. Prin intermediul lanțurilor trofice (fitoplancton → zooplancton → pești → păsări ihtiofage), o parte din fosfor ajunge în alimentația omului. Circuitul natural al fosforului este modificat prin întrebuințarea îngrășămintelor fosforice care, preluate de apele de suprafață, se scurg în râuri și lacuri contribuind la eutrofizarea lor.

4.3.6 Circuitul sulfului

Circuitul biogeochimic al sulfului este relativ imperfect deoarece cantități importante se depun în substrat. În apă se găsește fondul disponibil al sulfului cu circulație rapidă între organisme și mediul abiotic, iar cel nedisponibil circulă lent în grosimea mълului între straturile din adînc și cele de la suprafața fundului apei.

Din apă, plantele extrag sulful sub formă de sulfați organici, iar animalele fitofage își procură sulful din plante. Prin excrețiile și dejecțiile animalelor, o parte din sulf se reîntoarce din nou în apă. Altă cale de circulație a sulfului în apă este aceea care pornește de la descompunerea corpurilor organismelor moarte $\rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow$ Sulf mineral, prin intermediul bacteriilor sulfuroase, iar în final o parte din sulful mineral se transformă în sulfați solubili.

Sulful depus în substrat, se combină parțial cu compușii fierului și ai fosforului dând naștere la fosfor liber și compuși de fier și sulf, iar o altă parte se transformă în H_2S sub influența microorganismelor. În circuitul sulfului, bacteriilor le revine un rol foarte important.

Sub influența activităților umane, circuitul biogeochimic al sulfului a suferit unele perturbări. Se estimează că eroziunea antrenează în fluvii, prin spălarea rocilor superficiale, 14×10^6 tone sulf/an sub formă de sulfați. Diferite forme de poluare reprezintă un alt factor important în modificarea circuitului sulfului, datorită introducerii în ecosferă a unei mari cantități de sulf. De exemplu, numai folosirea combustibililor fosili antrenează în atmosferă 70×10^6 t sulf/an sub formă de SO_2 .

Concluzii

În concluzie, prin acțiunea continuă, timp de peste 3 miliarde de ani, organismele au schimbat puțin câte puțin condițiile fizico-chimice care existau pe suprafața globului în stadiul primar de formare a Pământului.

Ecosfera, așa cum este în prezent a fost supusă continuu unui proces de "biologizare" din care specia umană reprezintă ultimul stadiu al evoluției.

Etapa antropogenă începe odată cu apariția omului, adică cu circa 2-3 milioane de ani în urmă. La început, primele populații umane nu se deosebeau prea mult de alte mamifere, omul era culegător sau vânător și era bine integrat în mediu.

Dar, odată cu stăpânirea focului și trecerea la agricultură, omul a început să modifice mediul natural. Mai întâi a început să incendieze pădurile pentru a face loc terenurilor agricole. Apoi, prin domesticirea animalelor, a dus o luptă continuă cu marile mamifere erbivore și carnivore ce concureau sau se hrăneau cu cele domestice. Treptat, societatea umană a evoluat, iar poziția omului în ecosferă s-a schimbat în mod radical față de celelalte specii.

În acest moment, datorită gândirii și tehnologiilor folosite, omul poate să modifice toate procesele esențiale ce au loc în ecosferă.

Folosirea de substanțe greu biodegradabile ca materialele plastice, unele metale grele, pesticide și detergenți de sinteză au condus la schimbarea a numeroase cicluri biogeochimice ale unor elemente și la modificarea structurii descompunătorilor din sol și apă [14].

Circuitul normal al elementelor biogene este puternic perturbat și prin faptul că produsele alimentare obținute într-o anumită zonă a globului pot fi transportate și consumate în alte zone foarte îndepărtate, astfel că elementele

nu se mai pot întoarce acolo de unde au fost sustrate. Astfel, ele pot fi răspândite și dispersate în întreaga ecosferă.

O caracteristică a influenței activității umane asupra circuitelor biogeochimice constă în liniarizarea acestora. În timp ce într-un ecosistem natural produsele și deșeurile unor organisme sunt sursă de hrană pentru alte specii, în activitatea umană, atât agricolă, dar, mai ales industrială, deșeurile conduc la acumularea lor în ecosferă devenind surse de intoxicare a populațiilor vegetale, animale și umane.

Folosirea în activitatea umană de energii nepoluante (solară, eoliană, geotermică etc.), cât și a unor tehnologii eficiente de reciclare a deșeurilor, constituie în prezent o preocupare de bază a forurilor de decizie, a celor economice și științifice.